

Justyna Pacelt^{1*}
Wojciech Szeligiewicz

Sport i rekreacja przy wybranych akwenach objętych zakwitami alg i sinic na przykładzie wybranych zbiorników Polski

Summary

Sport and recreation by selected water reservoirs in Poland affected by algal and cyanobacterial blooms

The water environment constitutes a basic resource not only for human life but also recreational activity during the holiday season. In reservoirs with high trophic level caused mainly by water contamination, algal blooms occur. This phenomenon is especially intensive in spring and than in summer and affects the use of water reservoirs and coastal areas by people. One type, toxic blooms, is very dangerous for human health. If people who use the reservoir for recreational and professional purposes are unaware of the occurrence of this type of bloom, it may cause serious health problems and financial losses. To avoid this situation, cooperation among institutions which monitor water conditions on each reservoir must be established.

Słowa kluczowe: sport i rekreacja nad wodą, zakwity alg, problemy zdrowotne

Key words: sport and recreation by the water, algal blooms, health problems

¹ Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie, Wydział Wychowania Fizycznego, Marymoncka 34, 00-968 Warszawa, * e-mail: jpacelt@wp.pl

1. Wstęp

Pływanie stanowi jedną z podstawowych umiejętności jakie powinien posiadać człowiek. Wykorzystywane jest również bardzo szeroko w rehabilitacji. To właśnie woda jest środowiskiem przyjaznym, w którym samodzielnie mogą ćwiczyć nawet osoby z urazem kręgosłupa oraz osoby z większością dysfunkcji aparatu ruchu (Radziwińska *et al.* 2013: 233). Zbiorniki wodne stanowią podstawę uprawiania i rozwoju sportów wodnych oraz działalności rekreacyjnej. Nasilenie tych działań przypada niewątpliwie na okres letni, który w klimacie Europy Środkowej trwa zdecydowanie krócej w porównaniu do krajów Europy Zachodniej takich jak m.in. Hiszpania czy Portugalia. Tym bardziej uciążliwe, zarówno dla użytkowników, jak i dla osób zarządzających obiektami sportowymi nad zbiornikami wodnymi są sezonowe masowe zakwity alg i sinic w akwenach (Bień *et al.* 2010: 198). Zjawiska te mają znaczący wpływ na użytkowanie zbiorników wodnych i stref przybrzeżnych przez człowieka. Są one spowodowane wieloma czynnikami, z których najczęściej wymienia się eutrofizację wód spowodowaną m.in. zwiększonym dopływem związków azotu i fosforu (Carstensen *et al.* 2007: 370). Dodatkowo globalne ocieplenie klimatu na Ziemi sprzyja potęgowaniu i częstości zakwitów, zwłaszcza sinicowych (Verspagen *et al.* 2014: 1). Szczególnym przypadkiem zakwitów są zakwity toksyczne. Polegają one na wytwarzaniu toksyn przez zakwitający plankton, a konkretnie przez niektóre gatunki należące m.in. do *Microcystis*, *Anabeana* oraz *Planktothrix* (Błaszczuk *et al.* 2010: 174). Toksyny te są niebezpieczne zarówno dla zwierząt, jak i ludzi mających styczność z wodą objętą zakwitami. Ponadto, ośrodki sportowe oraz rekreacyjno wypoczynkowe położone nad akwenami dotkniętymi zakwitami alg narażone są na dezorganizację sprawowanych funkcji jak i na straty finansowe spowodowane tym zjawiskiem. Przykładem mogą być szacowane straty w Stanach Zjednoczonych wynikające z pojawiania się toksycznych zakwitów alg w 2005 roku. Według National Oceanic and Atmospheric Administration łącznie straty te wyniosły ponad 82 mln. Dolarów (Web-01). W tym prawie 40 mln. wyniosły koszty zdrowotne oraz ok. 4 mln.

strat odnotowano w sektorze rekreacyjno-turystycznym (kolejne 40 mln. strat odnotował także sektor rybołówstwa). Warto w tym miejscu zauważyć, że ta sama instytucja zestawia poniesione straty finansowe z kosztami monitoringu i zarządzania zasobami wodnymi, które wyniosły jedynie 3 mln. dolarów. To pokazuje, jak niewielkie środki w porównaniu do kosztów, które przychodzi płacić, przeznaczone są na zapobieganie temu groźnemu zjawisku. Należy w tym miejscu podkreślić, że eutrofizacja wód może być spowodowana działalnością człowieka i wielokrotnie tak się dzieje (Anderson *et al.* 2002: 704–705). Spektakularnym przykładem wpływu turystyki i rekreacji na środowisko jest wywoływany nimi wzrost trofii zbiorników (Szeligiewicz 2005: 43–46). Często też przyczyną zakwitów w zbiornikach śródlądowych są nawozy, które spływają do zbiornika wraz z wodami gruntowymi lub są nanoszone przez rzekę zasilającą dany zbiornik – tak jest w przypadku Zalewu w Sulejowie. W niektórych przypadkach same ośrodki mają znaczący wkład w powstawanie zakwitów poprzez zanieczyszczanie wody. Dzięki umiejętnemu zarządzaniu zarówno tymi ośrodkami jak i używanym akwenem, można by straty te oraz zagrożenia wywołane zakwitami niejednokrotnie zminimalizować lub wręcz ich uniknąć.

Celem pracy jest wstępna analiza powyższej problematyki w odniesieniu zarówno do indywidualnych osób korzystających z akwenów objętych zakwitami, jak i do ośrodków sportowo-rekreacyjnych usytuowanych nad takimi akwenami na terenie Polski. Podstawowe zagadnienia dotyczą wpływu zakwitów na działalność ośrodków wypoczynkowych położonych nad akwenami objętymi zjawiskiem zakwitów, na ich straty i funkcjonowanie oraz na potencjalne niebezpieczeństwo dla zdrowia ludzkiego. Podjęto również próbę zbadania poziomu świadomości osób korzystających z wybranych zbiorników wodnych w celach sportowych i rekreacyjnych na temat zagrożeń powodowanych przez kwitnący fitoplankton oraz starano się wskazać kierunek, w jakim powinny zmierzać działania mające na celu uniknięcie związanych z zakwitami zagrożeń dla zdrowia oraz strat finansowych. Użytkownicy zbiorników wodnych zostali również zapytani o swoje dotychczasowe doświadczenia z zakwitami (jeżeli

takie mają): jaka była ich reakcja i postawa podczas zakwitów, jak zapamiętali to zjawisko, jak reagowali inni użytkownicy oraz jakie jest ich obecne nastawienie do „kwitnącej wody” oraz czy doświadczenia te mają wpływ na odwiedzanie zbiorników wodnych.

2. Materiał i metody

W niniejszej pracy zastosowano metodę sondażu diagnostycznego techniką ankiety wśród indywidualnych użytkowników akwenów oraz wywiadu pogłębionego z przedstawicielami ośrodków rekreacyjno-turystycznych położonych nad zbiornikiem Sulejowskim oraz z przedstawicielem Uniwersytetu Łódzkiego – placówki odpowiedzialnej za monitorowanie wody w zalewie. Kwestionariusz ankiety przeprowadzono wśród 15 użytkowników Zalewu Sulejowskiego oraz wśród 45 użytkowników jeziora Kisajno. Ze względu na pilotażowy charakter i niewielką liczbę uczestników badania, wyniki przedstawiono w formie zbiorczej z obu akwenów. Wybór zbiorników, nad którymi prowadzono badania nastąpił w oparciu o obserwacje własne, informacje uzyskane ze zgromadzonej literatury oraz w oparciu o rozmowy z osobami i instytucjami zarządzającymi zbiornikami wodnymi, na których występują zakwity alg. Jezioro Kisajno jest naturalnym zbiornikiem położonym na Mazurach. W sezonie letnim 2014 występowały na nim zakwity alg, które nie były toksyczne jednak utrzymywały się w wodzie co najmniej przez tydzień. Należy w tym miejscu podkreślić i podać jako pozytywny przykład, że obsługa wyspecjalizowanego ośrodka sportowego jakim jest Centralny Ośrodek Sporty w Giżycku udzielała szczegółowej informacji o zakwicie: o toksyczności (w tym wypadku jej braku), o przewidywanej długości jego występowania oraz o wskazaniach i ograniczeniach dotyczących kąpieli. Ponadto, akwen ten jest miejscem zgrupowań oraz szkoleń z udziałem różnych grup uczestników takich jak m.in. kadra przyszłych instruktorów wodnych dyscyplin sportowych i/lub opiekunów kolonijnych, dla których znajomość zjawiska zakwitów będzie bardzo ważna w ich przyszłej pracy. Nad jeziorem tym znajduje się bowiem wspomniany już Centralny Ośrodek Sportu w Giżycku

oraz ośrodek Akademii Wychowania Fizycznego w Pięknej Górze, gdzie odbywają się coroczne obozy studentów kierunku Wychowania Fizycznego oraz Turystyki i Rekreacji. Drugim zbiornikiem, nad którym prowadzone były badania jest Zalew Sulejowski. Został on utworzony w latach siedemdziesiątych jako zbiornik wody pitnej dla miasta Łodzi. W ostatnich latach pobór wody zmalał (ale nie zanikł) a zbiornik wykorzystywany jest również do hodowli ryb, do celów rekreacyjnych oraz jako ujęcie wody w celach komunalnych (Web-02). Według danych z lat 2007 – 2009 zakwity sinic występowały co sezon i utrzymywały się nawet do 9 tygodni (Skotak *et al.* 2012: 78).

Kwestionariusz, który wypełniali użytkownicy zbiorników wodnych składał się z dwudziestu pytań, głównie zamkniętych. Pierwsze siedem pytań dotyczyło wiedzy oraz nastawienia respondentów do zagadnienia niebezpiecznego dla zdrowia zjawiska toksycznych zakwitów alg i sinic, natomiast dalsze dotyczyły doświadczeń badanych związanych ze zjawiskiem zakwitów. Osoby, które nigdy nie miały z nim do czynienia kończyły wypełnianie kwestionariusza na tych pytaniach.

Wywiad pogłębiony przeprowadzono z przedstawicielami trzech ośrodków sportowo-rekreacyjnych położonych nad Zalewem Sulejowskim. Jednym z nich był ośrodek rekreacyjny świadczący również usługi w zakresie organizacji pobytów służbowych i konferencji. Pracownik biorący udział w badaniu odpowiedzialny był za przyjmowanie gości oraz rezerwację pobytów. Posiadał informacje o odwodnianych pobytach oraz o procedurach informowania gości. Drugim była szkoła windsurfingu położona w bezpośrednim sąsiedztwie pola namiotowego. W tym przypadku rozmowy prowadzone były z osobą odpowiedzialną za organizację szkoleń oraz wypożyczanie sprzętu. Trzecim był punkt gastronomiczny położony przy wypożyczalni sprzętu wodnego. Przedstawicielem Uniwersytetu Łódzkiego, który zajmuje się oceną stanu wody w Zalewie Sulejowskim był doktorant Zakładu Ekologii Stosowanej zajmującej się m.in. monitoringiem toksycznych zakwitów sinicowych. Osoby te (pracownicy ośrodków oraz reprezentant Uniwersytetu Łódzkiego) przebadane zostały w oparciu o indywidualny wywiad pogłębiony. W tym przypadku,

swoboda wypowiedzi pozwalała respondentom na wypowiedzianie własnych opinii, gdyż te, oparte o doświadczenie mogą zawierać cenne przesłanki dla badającego.

3. Wyniki

Wywiad pogłębiony przeprowadzony z pracownikami ośrodka turystyczno-rekreacyjnego oraz dwóch punktów usługowych (w tym szkoły wind-surfingu) nad Zalewem Sulejowskim potwierdził uciążliwość zakwitów zarówno dla użytkowników akwenu, jak i dla samej obsługi. Ponadto ośrodki odnotowują wtedy widoczne straty finansowe. Punkty usługowe wskazały na straty rzędu 20%, natomiast pracownik ośrodka rekreacyjno-wypoczynkowego mówił o stratach sięgających nawet 30%. Ten sam ośrodek odnotowuje również znaczące straty spowodowane odwoływaniem rezerwacji (liczba gości maleje nawet do 50%). Jego polityka bowiem przewiduje informowanie przyszłych gości o występowaniu zakwitów. Pracownik punktu gastronomicznego położonego w bezpośrednim sąsiedztwie wypożyczalni sprzętu pływającego również narzekał na odczuwalne straty finansowe potwierdzając zarazem występowanie przypadków otrucia sinicami, zarówno ludzi (wysypka, pieczenie skóry po wyjściu z wody) jak i zwierząt (ciężkie zatrucie i w rezultacie śmierć).

Informacje uzyskane od przedstawiciela Uniwersytetu Łódzkiego potwierdziły sezonowe występowanie toksycznych zakwitów sinic oraz przypadków zatrucia sinicami nad zbiornikiem w Sulejowie (wysypka na skórze, biegunka, wymioty, gorączka). Jako główne źródło skażenia wody wskazane zostały dopływy zanieczyszczeń obszarowych wynikające z nawożenia okolicznych terenów rolniczych (głównie związki fosforu i azotu), nieszczelne szamba oraz dopływ zanieczyszczeń z Pilicy powyżej zbiornika. Respondent zwrócił również uwagę na fakt, iż zakwity występują w różnych częściach zbiornika i przenoszą się wraz z przepływem wody oraz wiatrem. Jest to zjawisko szczególnie niebezpieczne dla osób kąpiących się, ponieważ mogą się znaleźć w części objętej zakwitami zupełnie „niepostrzeżenie”. Wśród metod zwalczania zakwitów w Zalewie Sulejowskim,

respondent wskazał na program „EKOROB” zakładający utworzenie stref buforowych wokół zbiornika. Są to pasy roślinności na styku lądu i wody, które redukują dopływy związków biogennych wraz z wodami gruntowymi, przeciwdziałają erozji oraz wypłukiwaniu gleby. Możliwość wykorzystania zasobów naturalnych jest niewątpliwą zaletą tej metody. Skuteczność w redukowaniu substancji biogennych przez strefy buforowe zależy od ich budowy, ukształtowania terenu oraz warunków hydrologicznych i meteorologicznych. Istotne znaczenie ma również w tym przypadku zróżnicowanie biologiczne tych stref. Im jest ono większe tym skuteczniej redukuje związki biogenne. Obecnie, wokół Zalewu Sulejowskiego jest kilka rodzajów stref ekotonowych: strefa o charakterze trzcinowiska, strefa o charakterze zielono-łąkowym, strefa z elementami charakterystycznymi dla wierzbowisk oraz strefa z elementami łągu. Kolejną metodą, której zastosowanie również jest planowane w obrębie Zalewu Sulejowskiego w sposób równoległy do metody stref buforowych jest wykorzystanie ścian denitryfikacyjnych, stanowiących barierę dla związków azotu (Web-03).

Wyniki kwestionariusza ankiety wskazują na fakt, iż zjawisko zakwitów znane jest, przynajmniej części użytkownikom akwenów (86% osób potwierdziło, iż słyszało kiedykolwiek o tym zjawisku). 62% ankietowanych deklaruje, iż jest świadoma szkodliwości zakwitów dla zdrowia ludzkiego. Mimo tej wiedzy jedynie 19% badanych bierze pod uwagę ewentualne występowanie zakwitów na wodzie przy wyborze miejsca wypoczynku/rekreacji.

Niepokojący jest również fakt, iż są osoby, które deklarują, że weszłyby do wody podczas zakwitu (22%). Ponad połowa ankietowanych (52%) miała bezpośrednio do czynienia z zakwitem nad wodą. Wyniki te wskazują na powszechność zjawiska zakwitów fitoplanktonu (a w szczególności sinic). Ankietyzacja użytkowników Zalewu Sulejowskiego prowadzona była pod koniec sierpnia w dniu, w którym występował zakwit na wodzie. Zaobserwowano w związku z tym brak widocznej informacji na ten temat a część użytkowników kąpała się w wodzie. Alarmujący jest fakt, iż 30% ankietowanych wchodziło do wody podczas zakwitu nie mając świadomości czy jest on toksyczny

czy nie a 46% ankietowanych, którzy mieli bezpośrednio do czynienia z zakwitami nie było w stanie powiedzieć czy był on toksyczny czy też nie, co wyraźnie wskazuje na brak informacji na ten temat w ośrodkach oraz przy kąpieliskach. Jedynie 16% ankietowanych, którzy mieli bezpośrednio do czynienia z zakwitami zadeklarowało, że byli informowani o tym zjawisku przez obsługę ośrodków wypoczynkowych. Co ciekawe, nikt z nich nie potwierdził, iż opuścił ośrodek z powodu obecności zakwitu a 28% osób nie zaobserwowało zmiany w zachowaniu innych użytkowników akwenu dotkniętego zakwitem. Taki sam odsetek (28%) zniechęcił się do ponownego odwiedzenia zbiornika wodnego, na którym miał styczność z zakwitem.

Jeden z ankietowanych w Centralnym Ośrodku Sportu w Giżycku (uczestnik IO w Barcelonie) zwrócił uwagę na fakt, iż podczas Igrzysk Olimpijskich w 1992 roku w Barcelonie windsurferzy skarżyli się na utrudnione warunki spowodowane zakwitami wody, co potwierdził również późniejszy przegląd literatury. Podobna sytuacja miała również miejsce przed Igrzyskami w Pekinie, gdzie organizatorzy musieli wyłowić z oceanu 100 ton alg, które rozciągały się na obszarze od 40 do 50 mil w głąb oceanu (Web-04). Operacje usuwania zarośli a w szczególności wyławiania alg są bardzo kosztowne i możliwe do przeprowadzenia jedynie przy ważnych wydarzeniach, jakimi są na pewno Igrzyska Olimpijskie czy Mistrzostwa Świata. Jeżeli natomiast zakwit występuje w zbiorniku, który jest używany do celów rekreacyjnych oraz przy organizacji imprez mniejszej wagi, takie działania zwykle nie są podejmowane. W konsekwencji rozkładająca się na wodzie i brzegach biomasa zakwitu i produkty jego rozkładu zakwitu wyrzucane są przez wodę na brzeg i w ten sposób utrudniają lub też całkowicie uniemożliwiają wykorzystanie akwenu ulegając rozkładowi na brzegu lub w jego pobliżu. Wydziela się wtedy nieprzyjemny zapach a woda i plaża przestają być estetyczne i zdatne do użytku. Ponadto uwalniane rozpuszczające się produkty biomasy pogarszają jakość wody a rozkładająca się materia organiczna zużywa tlen co powoduje dalszą eutrofizację zbiornika, która w dużej mierze stanowi przyczynę zakwitów (Szeligiewicz 2005: 43–44; Zębek 2014: 27).

4. Dyskusja i wnioski

Wyniki badań ujawniają fragmentaryczny poziom wiedzy u respondentów na temat zjawiska zakwitów. Wskazują one zarazem na potrzebę propagowania chociażby podstawowych informacji o szkodliwości toksyn sinicowych oraz o ekologii gatunków organizmów tworzących zakwity, jak również o podstawowych czynnikach fizycznych (np. meteorologicznych, takich jak kierunek i siła wiatru, nasłonecznienie itd.) wpływających na formowanie się biomasy zakwitu w danym obszarze zbiornika. Informacje takie powinni posiadać instruktorzy sportu i rekreacji, animatorzy, ratownicy wodni, władze gminne i personel obiektów sportowo-rekreacyjnych związanych z danym akwenem, a także zwykli użytkownicy. Takie „poradniki” są już wydawane przez niektóre ośrodki, zarówno zagraniczne m.in. w Wielkiej Brytanii – „The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae” (John 2002) czy Stanach Zjednoczonych – „Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management” (Chorus *et al.* 1999) jak i w Polsce – „Toksyczne zakwity sinic w Morzu Bałtyckim i ich wpływ na zdrowie ludzkie” (Mazur-Marzec 2011) jednak nie są one jeszcze powszechne. Szkolenia na ten temat powinny być systematycznie ponawiane. Panuje tu bowiem podobna sytuacja do tej, która dotyczy umiejętności udzielania pierwszej pomocy wypadkowej – mimo powtarzanych pokazów tych działań niewiele osób byłoby w stanie podjąć się w razie potrzeby takiego zadania. Zachodzi też potrzeba nauczania podstaw hydrobiologii na kierunkach turystyki i rekreacji oraz wychowania fizycznego w uczelniach wyższych kształcących nauczycieli trenerów, przewodników i opiekunów odpowiedzialnych m.in. za bezpieczne użytkowanie zbiorników wodnych przez uczniów, sportowców i turystów (tematy te są np. programie dydaktycznym AWF Warszawa). Ponadto, informacja o występowaniu oraz szkodliwości zakwitów toksycznych potrzebna jest jednak nie tylko użytkownikom, lecz również innym „grupom interesu” związanym z użytkowaniem akwenów. Ostrzegani powinni być właściciele i pracownicy ośrodków rekreacyjno-sportowych, placówki służby

zdrowia oraz firmy zajmujące się rozlewaniem wody pitnej (Chorus *et al.* 1999: 227–228).

Ośrodki rekreacyjne oraz sportowe działające w otoczeniu jezior o podwyższonej trofii, która sprzyja powstawaniu zakwitów, powinny we własnym wręcz interesie dążyć do utrzymywania odpowiednich warunków w akwenu. W tym celu mogłyby inicjować zabiegi ochronne lub rekultywacyjne na zbiorniku. Funkcjonowałyby wtedy w podwójnej roli użytkowników i chroniących naturalny zbiornik wodny. Tego typu działalność, która łączy w sobie użytkowanie i ochronę miałaby szansę na promocję jako „Eko-sport” lub „sport zrównoważony” (oba określenia są parafrazami pojęć „ekoturystyka” oraz „zrównoważony rozwój”). Może być nawet tak, że to same ośrodki przyczyniają się do powstawania zakwitów przez np. nieodpowiednią gospodarkę zbiornikiem. Zachodzi zatem potrzeba uświadamiania osób zarządzających ośrodkami o szkodliwości niektórych z ich działań. Wskazane byłoby, gdyby władze gminne i zarządzające ośrodkami sportowo-rekreacyjnymi nad wodami niemal tak dobrze orientowały się w sytuacji występującej w podległych im zbiornikach wodnych, jak zarządzający rekreacją i sportami lotniczymi w sytuacji panującej lokalnie w atmosferze. W przypadku wód jednak, ich stan determinowany jest nie tylko procesami fizyko-chemicznymi w zbiorniku, ale także przez zasiedlające go organizmy żywe, oraz przez to, co dzieje się w zlewni i w atmosferze. Z uwagi na heterogeniczność przestrzenno-czasową zakwitów dobrą praktyką mogłoby być branie współodpowiedzialności za monitoring i włączenie się do niego użytkowników zbiornika, łącznie z lokalnymi mieszkańcami. Polegać to może na indywidualnym zbieraniu próbek wody lub masy zakwitu budzącej uzasadnione podejrzenia i przekazywanie ich do laboratoryjnych analiz diagnostycznych (Web-05). Stała współpraca z instytucjami badawczymi, które są odpowiedzialne za monitorowanie stanu wody, a także współfinansowanie działań monitoringowych i profilaktycznych ułatwiłoby znacznie to zadanie. Nawiązanie współpracy pozwoliłoby na lepsze monitorowanie stanu i czystości wody w zbiorniku ze szczególną uwagą na czynniki powodujące zakwity fitoplanktonu.

Analiza wyników pozwala na sformułowanie następujących wniosków praktycznych:

1. zjawisko zakwitów alg jest powierzchownie znane wśród użytkowników akwenów mimo, iż stanowi zagrożenie dla zdrowia,
2. należy w związku z tym tworzyć programy edukacyjne dotyczące zakwitów zarówno dla osób użytkujących zbiorniki wodne w celach rekreacyjnych jak i zawodowych,
3. ośrodki oraz osoby eksploatujące akweny powinny dążyć do zachowania odpowiedniego stanu czystości wody i w tym celu powinny nawiązywać współpracę z instytucjami monitorującymi stan wody ponieważ wskażą one dobór właściwych metod zapobiegania zakwitom.

Ponadto, współpraca pozwoliłaby dobrać właściwą metodę ochrony zbiornika przed nadmiernym wzrostem trofii, względnie jego rekultywacji. Dodatkowo działania te mogą być wspierane modelowaniem matematycznym. Dzięki swojej skuteczności, modelowanie staje się coraz bardziej popularne i praktykowane w Europie oraz na Świecie. W szczególności modelowanie pozwala określać wielkość tzw. ładunków krytycznych pierwiastków biogennych, powyżej których jezioro z dużym prawdopodobieństwem nabiera cech eutrofii z występującymi wówczas zakwitami (Uchmański, Szeligiewicz 1988: 285-286; Giercuszkiewicz-Bajtlik *et al.* 1991: 102-104). Przy pomocy modelowania możliwe jest także wskazanie mechanizmów odpowiedzialnych za pojawianie się zakwitów w konkretnym zbiorniku, co ułatwia przeciwdziałanie takim zjawiskom (Lafforgue *et al.* 1995: 117-118, Szeligiewicz 2005: 43-46).

Podziękowania: Badania prowadzone są w ramach projektu badawczego DM.44 finansowanego z Dotacji Statutowej Wydziału Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie.

Bibliografia

- Anderson, D. M., Glibert, P. M., Burkholder, J. M., 2002, *Harmful Algal Blooms and Eutrophication Nutrient Sources, Composition, and Consequences*, Estuaries and Coasts, Vol. 25(4b), 704–726.
- Bień, J., Zabochnicka Świątek, M., Sławik, L., 2010, *Możliwości wykorzystania glonów z biomasy zeutrofizowanych zbiorników wodnych jako surowca do produkcji biopaliw*, Inżynieria i Ochrona Środowiska, 13(3), 197–209.
- Błaszczyk, A., Toruńska, A., Kobos, J., Browarczyk Matusiak, G., Mazur Marzec, H., 2010, *Ekologia toksycznych sinic*, Kosmos – Problemy Nauk Biologicznych, 59, 173–198.
- Carstensen, J., Henriksen, P., Heiskanen, A. S., 2007, *Summer algal blooms in shallow estuaries: Definition, mechanisms, and link to eutrophication*, Limnology and Oceanography, 52(1), 370–384.
- Chorus, I., Bartram, J., 1999, *Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management*, wyd. WHO, London.
- Giercuskiewicz-Bajtlik M., Szeligiewicz W., Zadarnowska A., Uchmański J., 1991, *Metoda prognozowania stanów trofii jezior [A method of prognosis of trophic states of lakes]*, Gospodarka Wodna, 5, 102–107.
- John D.M., 2002, *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*, Tom 1, Cambridge University Press.
- Lafforgue, M., Szeligiewicz, W., Devaux, J., Poulin, M., 1995, *Selective mechanisms controlling algal succession in Aydat lake*, Water Science and Technology, 32(4), 117–127.
- Mazur-Marzec H., 2011, *Toksyczne zakwity sinic w Morzu Bałtyckim i ich wpływ na zdrowie ludzkie*, WWF Polska.
- Radziwińska, A., Kos, A., Bułatowicz, I., Struensee, M., Janowiak-Maciejewska, K., Styczyńska, H., Zukow, W., 2013, *Pływanie jako forma aktywnej rehabilitacji osób z urazem rdzenia kręgowego na wysokości C7*, Journal of Health Sciences, 3(11), 233–242.

- Skotak, K., Bratkowski, J., Stankiewicz, A., Maziarka, D., 2012, *Ocena wpływu zakwitów sinic na jakość wody w kąpieliskach w Polsce Assessment of cyanobacteria impact on bathing water quality in Poland*, *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, 15(4), 71–79.
- Szeligiewicz, W., 2005, *Turystyka a eutrofizacja zbiorników wodnych – rozważania teoretyczne*, *Turystyka i Rekreacja*, 1, 43–46.
- Uchmański J., Szeligiewicz W., 1988, *Empirical models for predicting water quality, as applied to data on lakes of Poland*, *Ekologia Polska*, 36(3-4), 285–316.
- Verspagen, J. M. H., Van de Waal, D. B., Finke, J. F., Visser, P. M., Van Donk, E., Huisman, J., 2014, *Rising CO2 levels will intensify phytoplankton blooms in eutrophic and hypertrophic lakes*, *PLoS One*, 9(8), 1–19.
- Zębek, E. S. M., 2014, *Ocena wpływu podczyszczonych ścieków deszczowych na liczebność sinic w śródmiejskim jeziorze Jeziorak Mały przy zróżnicowanej wysokości opadów atmosferycznych*, *Ochrona Środowiska*, 36(1), 27–31.

Witryny internetowe:

- (Web-01) National Centers for Coastal Ocean Science, *Economic Impacts of Harmful Algal Blooms*, http://www.cop.noaa.gov/stressors/extremeevents/hab/current/econimpact_08.pdf, dostęp: 11.12.2014.
- (Web-02) *Zalew Sulejowski*, http://www.sulejow.pl/asp/pl_start.asp?typ=14&sub=211&menu=23&strona=1, dostęp: 9.11.2014.
- (Web-03) *Prezentacja projektu podczas konferencji „Ochrona i rekultywacja jezior”*, <http://www.ekorob.pl/prezentacja-projektu-podczas-konferencji-ochrona-i-rekultywacja-jezior>, dostęp 7.03.2015.
- (Web-04) Marris, E., *Scientists identify algae that almost swamped the Olympics*, <http://www.nature.com/news/2008/080804/full/news.2008.998.html>, dostęp: 04.03.2015.
- (Web-05) Bruun K., *Algae can function as indicators of water pollution*, <http://www.walpa.org/waterline/june-2012/algae-can-function-as-indicators-of-water-pollution/>, dostęp: 10.12.2014.